



Procedure for starting internal combustion engine entails using electric machine to move crankshaft to unstable angular position before start process commences

Patent number: DE19949931
Publication date: 2001-04-05
Inventor: BOLL WOLF (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** F02N15/00; F02N11/04
- **european:** F02N11/04; F02N11/08B
Application number: DE19991049931 19991016
Priority number(s): DE19991049931 19991016

Abstract of DE19949931

Before starting the engine(1) the crankshaft(4) is purposefully moved by an electric machine(8) to a start initial angular position from which begins the starting process. The start initial angular position is an unstable angular position of the crankshaft. The crankshaft is moved to the initial start position in the direction opposite the start process. The crankshaft, with stopping of the engine, is braked in such a way that the crankshaft comes to stop in the start initial angular position. An Independent claim is included for a device for starting an internal combustion engine including an electric machine operated as a starter-generator unit connected to the crankshaft.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 49 931 A 1**

51 Int. Cl. 7:
F 02 N 15/00
F 02 N 11/04

21 Aktenzeichen: 199 49 931.4
22 Anmeldetag: 16. 10. 1999
43 Offenlegungstag: 5. 4. 2001

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Boll, Wolf, Dr., 71384 Weinstadt, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE-AS 10 36 578
DE 197 05 610 A1
EP 5 69 347 A2
WO 91 16 538 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine

57 Ein Verfahren dient zum Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere bei einem Start/Stop-System für die Brennkraftmaschine, mittels einer mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundenen Elektromaschine, welche als Starter/Generator-Einheit betrieben wird. Vor dem Startvorgang der Brennkraftmaschine wird die Kurbelwelle gezielt auf eine Startausgangs-Winkelstellung bewegt, wobei der Startvorgang danach von der Startausgangs-Winkelstellung aus erfolgt.
Eine Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere nach dem oben genannten Verfahren, weist eine mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundene, als Starter/Generator-Einheit betreibbare Elektromaschine auf. Die Elektromaschine ist über ein vorgespanntes, biegeschlaffes Verbindungselement mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden, wobei das Verbindungselement durch wenigstens eine Spanneinrichtung in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Elektromaschine spannbar ist.

DE 199 49 931 A 1

DE 199 49 931 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine nach der im Oberbegriff von Anspruch 12 näher definierten Art.

Aus der gattungsgemäßen DE 197 05 610 A1 ist eine Start- bzw. Antriebseinheit für eine Brennkraftmaschine bzw. einen Motor eines Kraftfahrzeuges bekannt. Dabei wird eine Antriebseinheit vorgeschlagen, welche beim kalten Motor eine andere Startmethode durchführt als beim warmen Motor. Die Antriebseinheit ist dabei mit einem Starter und mit einer Starter/Generator-Maschine ausgerüstet. Zum Starten des kalten Motors wird der Starter gemeinsam mit der Starter/Generator-Maschine aktiviert. Zum Starten des warmen Motors, wie z. B. im Falle eines Start/Stop-Systems bzw. eines Schwung-Nutz-Betriebs, wird die Starter/Generator-Maschine allein aktiviert.

Bei der Kraftübertragung zwischen der Starter/Generator-Maschine und der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine mittels eines Riemens muß beim Wechsel zwischen dem Generatorbetrieb und dem Starterbetrieb bei dem im Eingriff befindlichen Riemen jeweils zwischen Lasttrum und Leertrum gewechselt werden. Um dies ohne einen übermäßigen Schlupf oder ein Durchrutschen des Riemens bei der Leistungsübertragung realisieren zu können, muß der Riemen dazu sehr stark vorgespannt werden. Die hohe Vorspannung wirkt sich negativ auf den Wirkungsgrad der übertragbaren Leistung aus und verkürzt außerdem die Lebensdauer des Riemens nachteilhaft.

Aus der DE 197 45 997 A1 ist die Anordnung einer elektrischen Maschine an einer Brennkraftmaschine bekannt, bei der die elektrische Maschine zum Starten der Brennkraftmaschine als Startermotor arbeitet, wobei danach umgeschaltet wird, so daß während des Laufs der Brennkraftmaschine die elektrische Maschine als Generator zur elektrischen Bordnetzversorgung genutzt werden kann. Um die oben beschriebenen Probleme bezüglich des Riemens zu vermeiden, wurde hier eine Kegelradverzahnung gewählt, wodurch permanent hohe mechanische Leistungen übertragbar sind.

Der Aufbau weist deshalb jedoch die Nachteile eines außerordentlich hohen Gewichts und eines großen mechanischen Aufwandes bezüglich der Zahnräder und der Kegelradverzahnungen auf. Ein weiterer Nachteil liegt darin begründet, daß der vorhandene Bauraum vergleichsweise groß sein muß, um die senkrecht zueinander angeordneten Achsen der Elektromaschine und der Kurbelwelle konstruktiv sinnvoll anordnen zu können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum sehr schnellen Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere bei einem Start/Stop-System für die Brennkraftmaschine, mittels einer mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundenen Elektromaschine, welche als Starter/Generator-Einheit betrieben wird, sowie eine einfache und kostengünstige Vorrichtung für die oben beschriebene Starterlösung, zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch das im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannte Verfahren gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Startvorgang dadurch unterstützt, daß die Kurbelwelle vor dem eigentlichen Startvorgang gezielt auf eine Startausgangs-Winkelstellung bewegt wird, von welcher aus dann gestartet wird. Damit ist die in diesem Fall als Starter betriebene Elektromaschine in der Lage, durch den größeren Winkel

der vor dem Erreichen eines oberen Kompressionstotpunkts der Zylinder der Brennkraftmaschine zurückgelegt werden kann, Schwung zu holen und ein schnelleres Starten zu ermöglichen.

5 Nach dem Start, also während des Laufs der Brennkraftmaschine, kann die Elektromaschine dann in der bekannten und üblichen Art als Generator bzw. Lichtmaschine betrieben werden.

10 In einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Startausgangs-Winkelstellung um eine instabile Winkelstellung der Kurbelwelle, also eine Winkelstellung bei der die Kurbelwelle aufgrund von Kompressionskräften in dem Zylinder der Brennkraftmaschine nicht selbstständig zu Ruhe kommt. In einer solchen instabilen Winkelstellung liegen also andauernd Kräfte an der Kurbelwelle an, so daß sie zum Verbleib in der instabilen Winkelstellung ständig aktiv gehalten oder gebremst werden muß.

20 Durch den Start aus einer instabilen Winkelstellung der Kurbelwelle heraus wird die Kurbelwelle durch Kräfte, welche von der Kompression in den Zylindern verursacht werden, und welche die Kurbelwelle in Richtung einer stabilen Winkelstellung beschleunigen, zusätzlich zu den ebenfalls in diese Richtung wirkenden Kräften, der zu diesem Zeitpunkt als Starter betriebenen Elektromaschine, beschleunigt.

30 Das heißt in der ersten Phase des Startvorgangs, also vor dem Durchlaufen der stabilen Winkelstellung der Kurbelwelle, wird die Kurbelwelle von den durch die Elektromaschine aufgetragenen Kräften und von den aus der Kompression in der instabilen Winkelstellung der Kurbelwelle resultierenden Kräften gemeinsam beschleunigt. Für die Elektromaschine steht somit auch mehr Winkelstrecke zur Verfügung, um Schwung zu holen, mit dem der erste Kompressionshub überwunden werden kann. Der Vorteil liegt hier überwiegend in der erst dadurch ermöglichten, kleineren Dimensionierung der Elektromaschine, gegenüber den bisherigen Verfahren, was wiederum konstruktiven Aufwand, Bauraum und Kosten einspart.

40 In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine durch die Elektromaschine mit Schwung in die rückwärtige Startausgangs-Winkelstellung bewegt werden. Damit findet, durch die als Starter betriebene Elektromaschine, das oben beschriebene "Schwungholen" direkt vor dem Beginn des eigentlichen Startvorgangs statt und geht von dieser Startausgangswinkelstellung direkt in die Vorwärtsschwungbewegung über. Die Elektromaschine stellt also eine Art "Pendelschwungstarter" dar. Durch den Rückwärtsschwung kann noch ein größerer Startschwungwinkel erreicht werden, als es mit den statischen Momenten der Elektromaschine möglich wäre. Bei sehr tiefen Temperaturen kann dieser Pendelschwung mehrfach durchgeführt werden.

55 Der Vorteil über eine sehr kleine Elektromaschine einen sehr großen Motor, also eine Brennkraftmaschine mit großen Zylindervoluminas, starten zu können, wird hierbei noch besser genutzt.

60 In einer weiteren, alternativen Ausführungsform der Erfindung ist es denkbar, daß die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bereits beim Abstellen der Brennkraftmaschine gezielt in der Art abgebremst wird, daß die Kurbelwelle bereits in der Startausgangs-Winkelstellung zum Stillstand kommt und über den Zeitraum bis zum Startvorgang dort festgehalten wird. Entsprechend dem oben genannten Verfahren könnte dann direkt von dieser Startausgangs-Winkelstellung aus gestartet werden.

Durch diese alternative, erfindungsgemäße Ausführung kann die Brennkraftmaschine extrem schnell gestartet werden.

den, was insbesondere bei einem Start/Stop-System sehr vorteilhaft ist.

Je nach Anwendungsfall, z. B. im Rahmen eines Start/Stop-Systems, kann sowohl die erste Alternative, z. B. für einen Start bei eher kalter Brennkraftmaschine, als auch die zweite Alternative, z. B. für einen sehr schnellen Warmstart an einer gerade auf "grün" schaltenden Ampel, eingesetzt werden. Die Koordination der beiden Alternativen zueinander könnte ein bei einem Start/Stop-System meist ohnehin vorhandenes Start/Stop-Steuergesetz mit übernehmen.

Eine Vorrichtung zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe, insbesondere zur Durchführung des oben genannten Verfahrens, beschreibt der kennzeichnende Teil des Anspruchs 12.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung sieht vor, daß die Elektromaschine über ein Verbindungs- oder Umschlingungselement oder über einen Riementrieb mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden ist. Dabei ist wenigstens eine Spanneinrichtung vorgesehen, welche das Verbindungselement vorspannt und welche das Verbindungselement in Abhängigkeit des Betriebszustands der Elektromaschine zusätzlich spannen kann.

Dies ist besonders vorteilhaft, da nach dem Wechsel von dem Generatorbetrieb der Elektromaschine auf den Starterbetrieb der Elektromaschine in dem leertrumseitigen Verbindungselement, welches in einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung als Riemen ausgebildet sein kann, ein Wechsel des Leertrums zum Lasttrum erfolgt. Um ein Durchrutschen und eine frühzeitige Beschädigung des Verbindungselements zu vermeiden, wird bei diesem Betriebszustand der Elektromaschine das Verbindungselement auf geeignete Weise gespannt.

Ein weiterer besonderer Vorteil der Erfindung liegt dabei in der Tatsache, daß die erforderliche hohe Vorspannung des Verbindungselements nur während des Startens erfolgt und in der restlichen Zeit die für das Verbindungselement eher schädliche hohe Spannung auf das Niveau der wesentlich geringeren Vorspannung für den Generatorbetrieb reduziert wird.

In einer besonders günstigen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt das Spannen, wie auch das Vorspannen des biegeschlaffen Verbindungselements, durch die Elektromaschine und deren Art der Lagerung mit einem Spannelement, wobei diese Elemente dann eine Spanneinrichtung für das biegeschlaffe Verbindungselement bilden.

Durch die Lagerung der Elektromaschine bzw. eines Gehäuses der Elektromaschine, bei der sich eine Achse der Lagerung in einem radialen Abstand parallel zu einer Mittelachse der Elektromaschine befindet, kann die Elektromaschine zusammen mit dem Trägerelement zur Lösung von zwei konstruktiven Aufgaben genutzt werden. Durch ein zwischen dem Trägerelement und dem Gehäuse der Elektromaschine angeordnetes Spannelement, z. B. ein Federelement, kann die Elektromaschine um die Achse ihrer Lagerung in der Art bewegt werden, daß auf das über eine Laufrolle der Elektromaschine laufende Verbindungselement eine Vorspannung ausgeübt wird, wenn die Elektromaschine im Generatorbetrieb läuft. Andererseits kann beim Einsatz der Elektromaschine im Starterbetrieb das durch den aktiven Antrieb der Elektromaschine, also durch ein durch die Elektromaschine selbst erzeugtes Drehmoment, auf das Gehäuse der Elektromaschine zurückwirkende Reaktionsmoment in der Art genutzt werden, daß die durch das Spannelement ausgeübte Kraft verstärkt wird und sich so die Spannung in dem Verbindungselement während des Betriebs der Elektromaschine als Starter verstärkt.

Dabei hängt die zusätzlich eingebrachte "Spannkraft" von

dem Abstand zwischen der Mittelachse der Elektromaschine, also der Drehachse des Rotors der Elektromaschine, und der Achse der Lagerung der Elektromaschine, also die Achse, um die sich das Gehäuse der Elektromaschine drehen kann, in dem Lagerelement ab. Je kleiner dieser Abstand wird, desto größer wird die zusätzlich eingebrachte Kraft.

Je nach Ausführungsform der Brennkraftmaschine kann für einen Start bei kalter Brennkraftmaschine, also einen Erststart der Brennkraftmaschine, ein weiterer herkömmlicher und an sich bekannter Starter zusätzlich eingesetzt werden. Dadurch, daß dieser herkömmliche Starter dann jedoch gemeinsam mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung betrieben wird, kann dieser besonders klein, einfach und kostengünstig ausgeführt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnungen prinzipiell dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

Fig. 1 eine prinzipiellmäßige Seitenansicht einer Brennkraftmaschine;

Fig. 2 eine Ansicht der Brennkraftmaschine gemäß dem Pfeil II in Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Elektromaschine in der Verwendung als Spanneinrichtung; und

Fig. 4 eine Seitenansicht gemäß der Linie IV-IV in Fig. 3.

Fig. 1 zeigt eine prinzipiellmäßige Seitenansicht einer Brennkraftmaschine 1. Weiterhin ist ein Hilfsaggregat 2, hier ein Klimakompressor 2 mit einer Riemenscheibe 2a, welche von einem Riemen 3 als biegeschlaffes Verbindungselement 3 angetrieben wird, dargestellt. Weiterhin ist eine Kurbelwelle 4 der Brennkraftmaschine 1 erkennbar, welche an einem ihrer Enden ebenfalls eine Riemenscheibe 4a aufweist. An ihrem anderen Ende weist die Kurbelwelle 4 ein Schwungrad 4b mit einem Anlasserzahnkranz auf, welcher in an sich bekannter Art gemäß dem Stand der Technik ausgeführt ist. Die in Fig. 1 nicht sehr gut zu erkennende Lage der Riemenscheiben 2a, 4a zueinander und der Verlauf des Riemens 3 ist in Fig. 2 deutlicher dargestellt.

In das Schwungrad 4b mit dem Anlasserzahnkranz greift ein herkömmlicher Anlasser 5 ein, welcher ebenfalls im Bereich der Brennkraftmaschine 1 angeordnet ist. Zusätzlich dient der Anlasserzahnkranz des Schwungrads 4b dazu, über einen Lagesensor 6 die genaue Lage, also die Winkellage bzw. Winkelstellung des Schwungrads 4b und damit der Kurbelwelle 4 zu erfassen. Die von dem Lagesensor 6 erfaßten Daten gelangen zur Weiterverwertung zu einem Steuergerät 7. Das Steuergerät 7 kann dabei auch direkt das Start- und Stopvorgänge in einem Start/Stop-System koordinierende Start/Stop-Steuergesetz 7 sein.

Eine Elektromaschine 8 mit einer Riemenscheibe 8a dient, gemäß dem Verfahren zum Starten der Brennkraftmaschine 1, überwiegend als Lichtmaschine und zur Durchführung eines schnellen Warmstarts der Brennkraftmaschine 1.

In Fig. 2 ist in einer Draufsicht auf die Brennkraftmaschine 1 der Riemen 3 bzw. das biegeschlaffe Verbindungselement 3 deutlicher dargestellt. Neben der bereits erwähnten Riemenscheibe 2a des Klimakompressors 2 und der Riemenscheibe 4a der Kurbelwelle 4 ist eine Riemenscheibe 9a eines weiteren Hilfsaggregats 9, z. B. einer Wasserpumpe, erkennbar. Dabei treibt bei laufender Brennkraftmaschine 1 die Kurbelwelle 4 über ihre Riemenscheibe 4a und den Riemen 3 die Hilfsaggregate, wie hier den Klimakompressor 2, die Elektromaschine 8 als Generator bzw. Lichtmaschine, die Wasserpumpe 9 und gegebenenfalls auch noch weitere

Hilfsaggregate (hier nicht dargestellt) an.

Die Elektromaschine 8 mit ihrer Riemenscheibe 8a ist mit einem Gehäuse 10 versehen und über dasselbe an einem Trägerelement 11 angebracht. Eine Achse 12, an der das Gehäuse 10 drehbeweglich, also um die Achse 12 axial beweglich, zwischen zwei Armen 11a und 11b des Trägerelements 11 aufgehängt ist, ist dabei in einem radialen Abstand parallel zu einer Mittelachse 13 der Elektromaschine 8, die mittig durch die Elektromaschine 8 und die Riemenscheibe 8a verläuft, angeordnet. Die Mittelachse 13 ist gleichzeitig die Rotationsachse des Rotors (nicht erkennbar) der Elektromaschine 8 und einer damit verbundenen die Riemenscheibe 8a antreibenden Antriebswelle 14 der Elektromaschine 8. Zwischen dem Trägerelement 11 und dem Gehäuse 10 der Elektromaschine 8 ist ein Spannelement 15 angeordnet, welches den Riemen 3 vorspannt. Der Riemen 3 bzw. die Riemenscheibe 8a erfahren dazu eine Vorspannkraft, welche sie auf die dem der Riemenscheibe 2a des Klimakompressors 2 abgewandten Seite drückt und damit den Riemen 3 spannt.

Der oben beschriebene Gesamtaufbau mit der Elektromaschine 8, dem Trägerelement 11 und dem Spannelement 15 kann also auch als eine Spanneinrichtung 16 verstanden werden.

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen den Aufbau der Spanneinrichtung 16 nochmals detaillierter.

In der Draufsicht gemäß Fig. 3 ist zu erkennen, daß die Achse 12 der Lagerung des Gehäuses 10 der Elektromaschine 8 in dem Trägerelement 11, wie bereits oben erwähnt, in einem radialen Abstand A parallel zu der Mittelachse 13 der Elektromaschine 8 und der Riemenscheibe 8a verläuft.

Das Spannelement 15 ist im hier dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Feder 15a und einem Dämpfungselement 15b realisiert worden. Damit kann durch die Feder 15a eine entsprechende Kraft zur Erzeugung der Vorspannung aufgebracht werden und die Dämpfung des Dämpfungselements 15b verhindert ein oszillierendes Aufschaukeln der Spanneinrichtung 16, aufgrund von nicht durchgehend konstanten Kräfteverhältnissen in dem Riemen 3.

Gemäß des Verfahrens zum Starten der Brennkraftmaschine 1, wird die Brennkraftmaschine 1 normalerweise über die Elektromaschine 8 und den Riemen 3 gestartet. Lediglich im Falle eines Kaltstarts, also eines Erststarts einer kalten Brennkraftmaschine 1, kann der Anlasser 5 als zusätzliche Hilfe beim Start herangezogen werden, sofern dies bezüglich der Aggregateauslegung überhaupt erforderlich ist.

In allen anderen Fällen, also insbesondere beim Warmstart der Brennkraftmaschine 1, welcher vor allem bei sogenannten Start/Stop-Systemen häufig vorkommt, die zum Zwecke der Kraftstoff einsparung seit geraumer Zeit diskutiert werden und die vorsehen, die Brennkraftmaschine 1 während Fahrzeugstillstandsphasen z. B. einem Ampelstop etc. abzuschalten und bei Fahrtbeginn möglichst schnell wieder zu starten, erfolgt der Start der Brennkraftmaschine 1 ausschließlich über die Elektromaschine 8.

Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren erlauben es dabei, diese Aufgabenstellung sehr einfach und günstig zu realisieren. Insbesondere kann dazu ein aktiv bestrombarer Klauenpolgenerator 8 als Elektromaschine 8 verwendet werden. Beim normalen Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird dieser Klauenpolgenerator 8 als Generator bzw. Lichtmaschine von dem Riemen 3 angetrieben und kann so den Strom für das elektrische Bordnetz des mit der Brennkraftmaschine 1 ausgestatteten Fahrzeuges liefern. Beim Abstellen der Brennkraftmaschine 1 wird der Klauenpolgenerator 8 "umgeschaltet", also aktiv bestromt, und kann beim Wiederstart der Brennkraftmaschine 1 als Starter eingesetzt werden.

Da hierbei jedoch das bisherige Leertrum des Riemens 3 zum Lasttrum wird und relativ hohe Kräfte übertragen werden müssen, erfährt der über die Spanneinrichtung 16 vorgespannte Riemen 3 durch die Lagerung der Elektromaschine 8 bzw. deren Gehäuse 10 an dem Trägerelement 11 eine Erhöhung der Spannung auf den Riemen 3, zusätzlich zu der Spannung des Spannelements 15. Dies erfolgt, da das Gehäuse 10 ein Reaktionsmoment auf den sich um die Mittelachse 13 aktiv bewegenden Rotor der Elektromaschine 8 erfährt. Durch die Lagerung mittels der Achse 12 des Gehäuses 10 der Elektromaschine 8 in dem Trägerelement 11 wird erreicht, daß sich dieses Reaktionsmoment auf die anlaufende Elektromaschine 8 bzw. deren Gehäuse 10 in der Art auswirkt, daß es zu einer Erhöhung der Spannung in dem Riemen 3 kommt. Die Spannung steigt mit dem Drehmoment der Elektromaschine.

Der Riemen 3 wird dabei aber lediglich während der Funktion der Elektromaschine 8 als Starter auf diese hohe Vorspannung gebracht. In Generatorbetrieb der Elektromaschine 8 wirkt die Gehäusereaktion in die Gegenrichtung und somit der Spanneinrichtung 15 entgegen. Der Betrag dieses Moments ist aber wesentlich geringer.

Alternativ dazu könnte auch ein ansteuerbares, aktives, von der obigen Beschreibung völlig verschiedenes Spannelement eingesetzt werden, welches in Abhängigkeit des Betriebszustands der Elektromaschine 8, also wenn diese entweder als Generator oder als Starter eingesetzt wird, die Spannung in dem Riemen 3 entsprechend erhöht. Ein solches Spannelement könnte z. B. eine über einem Hydraulik- oder Pneumatikzylinder oder einen elektrischen Stellmotor aktiv angesteuerte Spannrolle sein.

Die prinzipiell auch denkbare Lösung, die Spannung in dem Riemen 3 grundsätzlich während des gesamten Betriebs auf einem so hohen Niveau zu halten, daß dies auch für die Starterfunktion der Elektromaschine 8 ausreichend sein würde, würde zu einer Beeinträchtigung des Wirkungsgrads und der Lebensdauer des Riemens 3 führen sowie zu einer Überdimensionierung der Aggregatlager und wäre somit nicht unbedingt anzustreben.

Um den Startvorgang zeitlich möglichst schnell ausführen zu können, und um mit der vergleichsweise kleinen Elektromaschine 8 den Start der Brennkraftmaschine 1 realisieren zu können, erfolgt der Startvorgang nicht, wie allgemein üblich, aus einer stabilen Winkelstellung der Kurbelwelle 4 heraus, sondern der Startvorgang beginnt bei einer instabilen Winkelstellung der Kurbelwelle 4. Zum Erreichen dieser instabilen Winkelstellung der Kurbelwelle 4 sind mehrere Möglichkeiten gegeben. Der Lagesensor 6 kann dabei jeweils zum Ermitteln und Überwachen der Winkelstellung eingesetzt werden.

In einer ersten Ausführungsform kann die Kurbelwelle 4 durch die Elektromaschine 8 von ihrer stabilen Winkelstellung zu der instabilen Winkelstellung bewegt werden. Die Elektromaschine 8 bewegt die Kurbelwelle 4 dazu entgegen der späteren Drehrichtung des Startvorgangs auf die Startausgangs-Winkelstellung. Die Elektromaschine 8 holt mit der Kurbelwelle 4 praktisch Schwung.

Die Rückwärtsbewegung der Kurbelwelle 4 wird zeitlich, also direkt, mit dem Start der Brennkraftmaschine 1 verbunden. Dabei kann zur Vergrößerung der Rückwärtsbewegung ein Überspringen in eine Rückwärtskompression genutzt werden, so daß der betreffende Kolben so weit "den Kompressionsberg hinaufläuft", daß dieser beim anschließenden Schwüngholen mithelfen kann, die Kurbelwelle zu beschleunigen. Eine solche Maßnahme empfiehlt sich insbesondere beim Erststart bzw. beim Start mit noch kalter Brennkraftmaschine 1.

Bei den nachfolgend erfolgenden Warmstarts wird dann

nicht mehr so viel Schwung für die Kurbelwelle 4 benötigt. Der gemäß einer zweiten Ausführungsform alternativ dazu erfolgende Startvorgang ist hier, insbesondere bei einem Start/Stop-System, jedoch sehr zeitkritisch. Die Starts werden dabei im allgemeinen von dem Start/Stop-Steuergerät 7 veranlaßt, welches die gesamten Start/Stop-Vorgänge koordiniert. Dieses Start/Stop-Steuergerät 7 sorgt dann dafür, daß nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine 1 bzw. nach dem Stillstand der Kurbelwelle 4 sofort eine Rückwärtsbewegung der Kurbelwelle 4 in die Startausgangswinkelstellung eingeleitet wird. Die Kurbelwelle 4 wird dann über ein ständig an der Elektromaschine 8 anliegendes Drehmoment so lange in der Startausgangswinkelstellung festgehalten, bis der Start der Brennkraftmaschine 1 erfolgt. Hierbei kann das Start/Stop-Steuergerät 7 die Lage der Kurbelwelle 4 über den Lagesensor 6 überwachen und zur Rückwärtsdrehbewegung der Kurbelwelle 4 auf einen vorgegebenen Maximalwert begrenzen. Dies kann insbesondere dann erforderlich werden, wenn Kolbenringe und Ventile nicht ausreichend gasdicht sind und dem von der Elektromaschine 8 aufgebrachtene Haltedrehmoment kein Gegenmoment bieten können.

Bei dieser oben beschriebenen Vorgehensweise kann zwar kein Rückwärtsschwung der Kurbelwelle 4 genutzt werden, um eine möglichst große Anlaufstrecke zu gewinnen, dafür läuft der gesamte Startvorgang jedoch sehr viel schneller ab, weil sofort in der richtigen Drehrichtung der Kurbelwelle 4 gestartet wird.

Der Haltevorgang der Kurbelwelle 4 mittels der Elektromaschine 8 gegen die rückwärts vorgespannte Kompressionskraft, benötigt verhältnismäßig wenig elektrische Leistung, weil hier keine mechanische Arbeit aufgewendet wird, sondern lediglich die Verluste in der Elektromaschine 8 und der Elektronik, z. B. einem Wechselrichter, ausgeglichen werden müssen. Es kann hier jedoch sinnvoll sein, über das Start/Stop-Steuergerät, die Rückwärtsspannung zeitlich zu begrenzen, so daß bei längeren Standzeiten des Kraftfahrzeugs der Start wieder analog einem Erststart erfolgt.

Alternativ oder parallel zu dem Halten der Kurbelwelle 4 über die Elektromaschine 8, können hier auch nicht dargestellte Bremsvorrichtungen, welche z. B. elektromechanisch oder elektromagnetisch ausgebildet sein können, eingesetzt werden.

Eine weitere, alternative Möglichkeit zum Erreichen der Startausgangswinkelstellung liegt darin, die Kurbelwelle 4 der Brennkraftmaschine 1 entsprechend gezielt zu bremsen, so daß sie über nicht dargestellte Bremsvorrichtungen, welche z. B. elektromechanisch oder elektromagnetisch ausgebildet sein können, oder über ein von der Elektromaschine 8 aufzubringendes Haltemoment in der Startausgangswinkelstellung gestoppt und gehalten wird. Ein Warmstart der Brennkraftmaschine 1 kann auch dann direkt aus der Startausgangswinkelstellung heraus sehr schnell erfolgen.

Bei sehr tiefen Temperaturen und entsprechend kritischen Brennkraftmaschinen 1, wie z. B. Dieselmotoren mit großem Einzelzylindervolumen oder Brennkraftmaschinen 1 mit Aluminiumlagerstühlen, welche bei extrem tiefen Temperaturen ein "Einklemmen" der Kurbelwelle 4 bewirken können, sowie bei sehr großvolumigen Motoren mit verlustreichen Hilfsaggregaten 2, 9, kann es erforderlich sein, daß weiterhin ein herkömmlicher Anlasser 5 eingesetzt wird. Dieser kann jedoch, da er lediglich als Unterstützung der Elektromaschine 8 ausgelegt werden muß, sehr viel kleiner und kostengünstiger als bisher üblich geplant werden.

Außerdem können durch den Start der Brennkraftmaschine 1 über den Riemen 3 und die Elektromaschine 8, insbesondere im Fall eines Warmstarts, die Startgeräusche bei

der Verwendung in Start/Stop-Systemen gegenüber dem herkömmlichen Anlasser 5 erheblich reduziert werden.

Das Verfahren zum Starten läßt sich mit sehr kleinen Elektromaschinen 8 als Lichtmaschinen bereits bei relativ niedrigen Temperaturen der Brennkraftmaschine 1 einsetzen, so daß der Start/Stop-Betrieb des Start/Stop-Systems bereits frühzeitig aufgenommen werden kann. Dies ermöglicht es, daß bei verschiedenen Varianten von Brennkraftmaschinen 1 sehr effektiv und kostengünstig Kraftstoff eingespart werden kann, insbesondere auch bei "halbwarmen" Brennkraftmaschinen 1 und in dem sehr häufig auftretenden und für eine Start/Stop-System besonders effektiven Kurzstreckenbetrieb z. B. in einer Stadt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere bei einem Start/Stop-System für die Brennkraftmaschine, mittels einer mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundenen Elektromaschine, welche als Starter/Generator-Einheit betrieben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Startvorgang der Brennkraftmaschine (1) die Kurbelwelle (4) gezielt auf eine Startausgangswinkelstellung bewegt wird, wobei der Startvorgang danach von der Startausgangswinkelstellung aus erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Startausgangswinkelstellung der Kurbelwelle (4) eine instabile Winkelstellung der Kurbelwelle (4) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) der Brennkraftmaschine (1) durch die Elektromaschine (8) auf die Startausgangswinkelstellung bewegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) entgegen der Bewegungsrichtung des Startvorgangs auf die Startausgangswinkelstellung bewegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) beim Abstellen der Brennkraftmaschine (1) derart abgebremst wird, daß die Kurbelwelle (4) in der Startausgangswinkelstellung zum Stillstand kommt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) durch ein aktives Ansteuern der Elektromaschine (8) derart abgebremst wird, daß die Kurbelwelle (4) in der Startausgangswinkelstellung zum Stillstand kommt.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) durch mechanische Bremsmittel derart abgebremst wird, daß die Kurbelwelle (4) in der Startausgangswinkelstellung zum Stillstand kommt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) durch die Elektromaschine (8) in der Startausgangswinkelstellung festgehalten wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) in der Startausgangswinkelstellung durch eine elektromechanische oder elektromagnetische Bremsvorrichtung festgehalten wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurbelwelle (4) der Brennkraftmaschine (1) durch ein vorgespanntes, biegeschlaffes Verbindungselement (3) mit der Elektromaschine (8) verbunden wird, wobei während des Startvorgangs die Vorspannung auf das biegeschlaffe

Verbindungselement (3) erhöht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Verbindungselement (3) wenigstens einen Teil der Hilfsaggregate (2, 9) der Brennkraftmaschine (1) angetrieben werden.

12. Vorrichtung zum Starten einer Brennkraftmaschine, insbesondere nach dem Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 11, welche eine mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundene, als Starter/Generator-Einheit betreibbare Elektromaschine aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine (8) über ein Verbindungselement (3) mit der Kurbelwelle (4) der Brennkraftmaschine (1) verbunden ist, wobei wenigstens eine Spanneinrichtung (16) für das Verbindungselement (3) vorgesehen ist, durch welche das Verbindungselement (3) in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Elektromaschine (8) spannbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanneinrichtung (26) ein Trägerelement (11), die Elektromaschine (8) und ein Spannelement (15) aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine (8) auf dem Trägerelement (11) drehbeweglich gelagert ist, wobei das Spannelement (15), durch welches das Verbindungselement (3) vorgespannt ist, zwischen dem Trägerelement (11) und der Elektromaschine (8) angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerung der Elektromaschine (8) in dem Trägerelement (11) in einem radialen Abstand (A) von der Mittelachse (13) der Elektromaschine (8) zu dem Trägerelement (11) hin in der Art ausgeführt ist, daß das beim Starterbetrieb der Elektromaschine (8) auftretende Reaktionsmoment eines Gehäuses (10) der Elektromaschine (8) das Verbindungselement (3) zusätzlich zu dem das Verbindungselement (3) vorspannenden Spannelement (15) spannt.

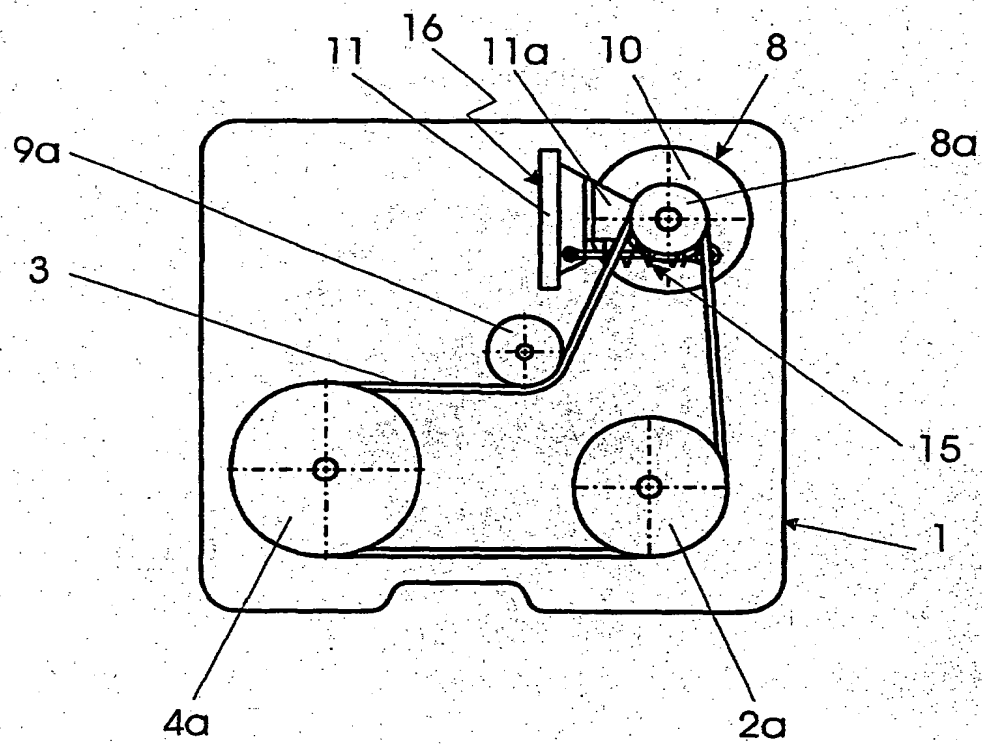
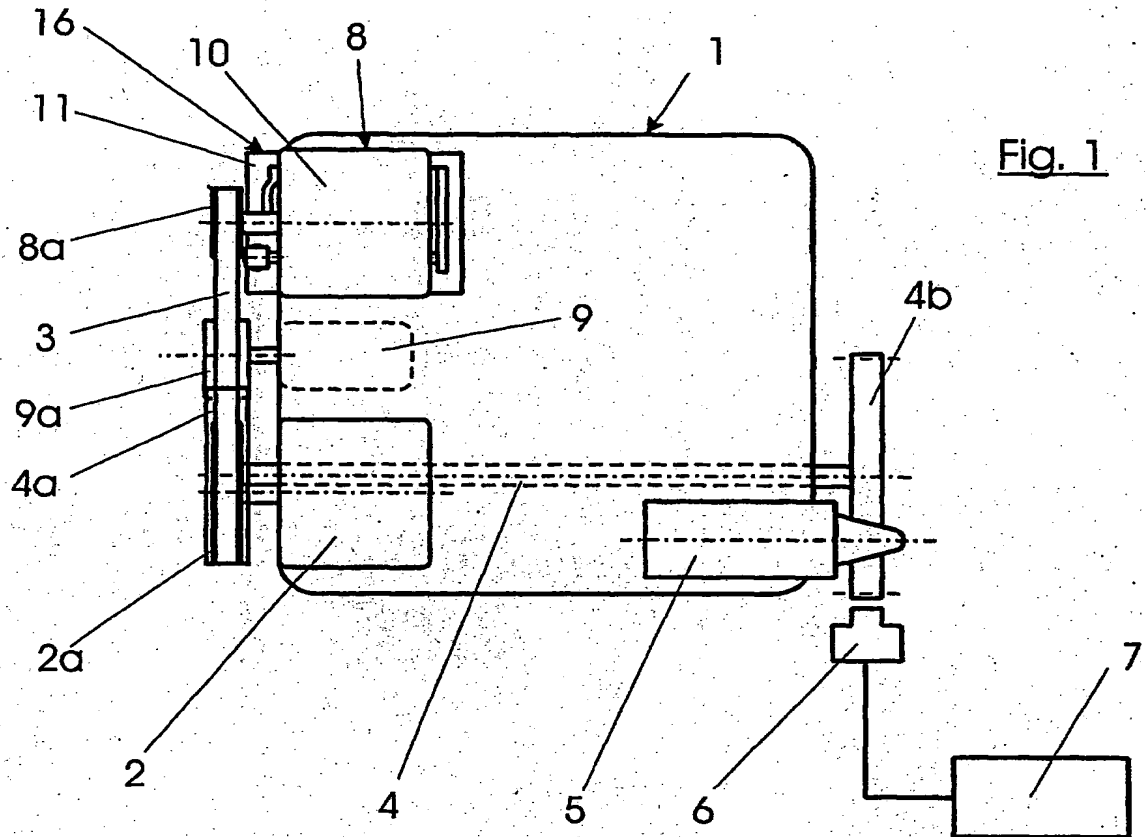
16. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spanneinrichtung (16) ein aktives ansteuerbares Spannelement aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement als Riemen (3) ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Riemen (3) zahnlos ausgebildet ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine (8) über ein biegeschlaffes, vorgespanntes Verbindungselement (3) mit der Kurbelwelle (4) der Brennkraftmaschine (1) verbunden ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



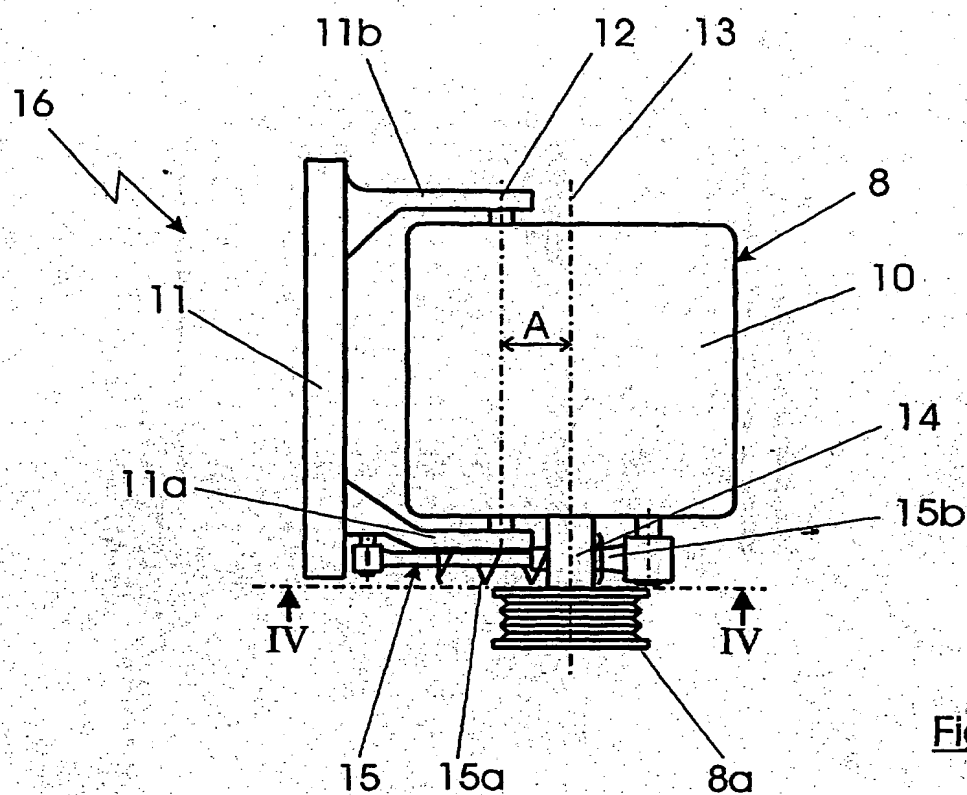


Fig. 3

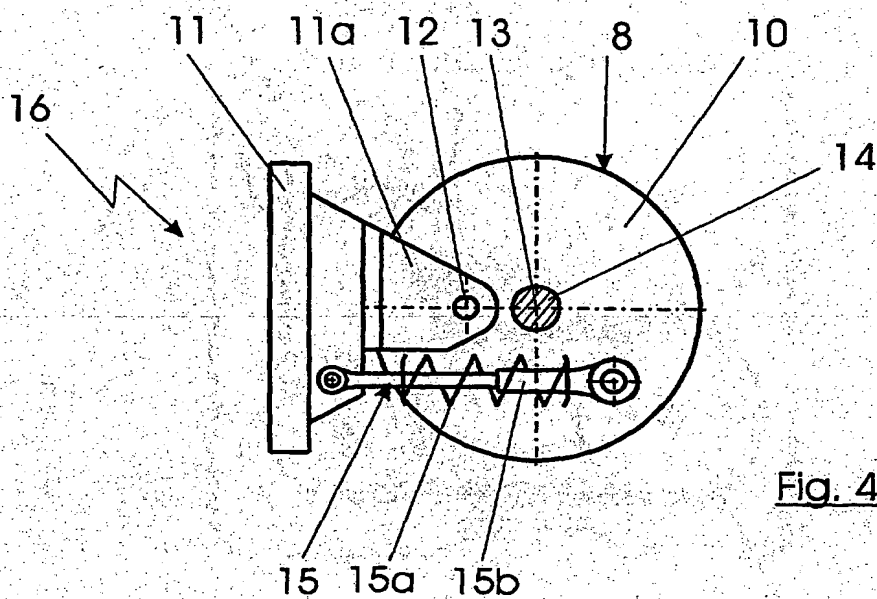


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)